

エピタキシャル AlInN 膜における分極誘起 正孔伝導に関する研究

Study on polarization-induced hole conduction for epitaxial AlInN films

○中林 泰希、高田 華果、江川 孝志、三好 実人 (名工大)、竹内 哲也 (名城大)

°T. Nakabayashi, H. Takada, T. Egawa, M. Miyoshi (Nagoya Inst. Tech.), and T. Takeuchi (Meijo Univ.)

E-mail: miyoshi.makoto@nitech.ac.jp

【はじめに】 AlInN は、GaN に格子整合する組成近傍で可視光域での屈折率が低く、GaN や GaInN との高い比屈折率差を示すため GaN 系レーザーダイオード(LD)のクラッド層に好適であると考えられる。我々は、これまで高品質の AlInN 膜のエピタキシャル成長について研究を行い、有機金属気相成長法 (MOCVD) を用いて、GaN/サファイアテンプレート、ならびに自立 GaN 基板上に表面平坦な厚さ 300nm の AlInN エピタキシャル膜を成長することに成功している[1-3]。他方、AlInN 膜を LD のクラッド層に適用するには、その導電型制御ならびに縦方向導電性の評価が不可欠である。n 型については、最近、MOCVD 成長中の Si ドーピングならびに縦方向導電性の発現を確認しているが[4]、より技術的難度が高い p 型については未着手であった。本研究では、分極ドーピング法[5]を利用した AlInN 膜の p 型導電性制御を試みたので報告する。

【実験方法】 MOCVD 法を用いて、図 1 に示す LED 構造のサンプルを作製した。c 面サファイア基板上に、低温バッファ層を 30nm 成長した後、Si ドープ n-GaN 層 2.5 μ m を成長、その上に青色発光層としての GaInN/GaN MQW 構造を、さらにその上に組成傾斜 (InN モル分率 0.13~0.20) した分極ドーブ AlInN 層を 100nm 成長し、最上層として Mg ドープ p-GaN を 150nm 成長した (図 1(a)参照)。ここで市販のシミュレータ SiLENSe を用いたシミュレーションでは、AlInN 組成傾斜に伴う分極効果により $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 程度の高濃度正孔が生成することを確認している。比較のために、分極ドーブ AlInN 層に替えて組成傾斜の無いノンドープ AlInN 層を含む LED 構造も成長 (図 1(b)参照) した。これら 2 種類のエピ構造について LED 素子を試作しその EL 発光を比較評価した。

【結果と考察】 図 2 に 2 つのサンプルの EL 発光スペクトルを示す。ノンドープ AlInN を用いた LED では AlInN 起因の発光が顕著であったが、組成傾斜 AlInN 層を用いた LED では、MQW での発光が支配的となった。前者では、ノンドープ AlInN 層が n 型導電性を帯びたために p-GaN 界面近傍の pn 接合で再結合発光が起こったものと推定した。これに対し、後者の傾斜組成 AlInN 層を用いた LED では、MQW への正孔注入量が増加したと考えられる。

謝辞：本研究は、文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」事業 JPJ005357 の助成を受けてなされた。

参考文献： [1] Miyoshi *et al.*, APEX **11**, 051001 (2018).
[3] Miyoshi *et al.*, JJAP **58**, SC1006 (2019).
[5] Simon *et al.*, Science **327**, 60 (2010).

[2] Miyoshi *et al.*, JCG **506**, 40 (2019).
[4] Miyoshi *et al.*, JVSTB **38**, 052205 (2020).

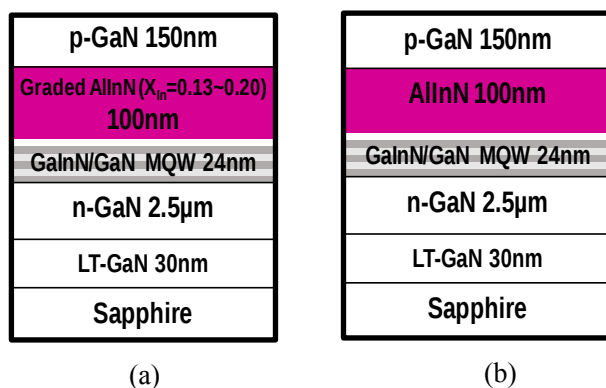


Fig.1. Schematic of LED structure with (a) polarization-doped graded AlInN layer and (b) undoped AlInN layer.

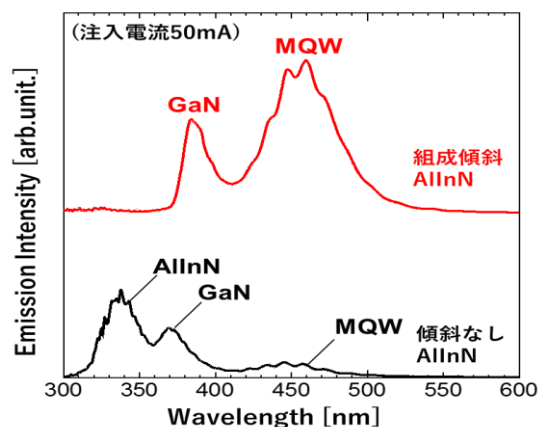


Fig.2. EL spectra obtained for blue LEDs fabricated with and without polarization-doped AlInN layer.